

# 主井提升系统整流柜快熔断故障分析与处理

The analysis and handling of a fast-acting fuse fault of a rectifier panel  
in a main shaft hoist system

孙彩宏<sup>1</sup>, 朱家斌<sup>2</sup>, 魏云鹏<sup>1</sup>, 万鑫<sup>1</sup>, 崔志强<sup>1</sup>

(1. 铁法能源公司晓明矿, 辽宁 调兵山 112700; 2. 辽宁调兵山煤矸石发电有限责任公司, 辽宁 调兵山 112700)

**摘要:**主井提升系统采用1#、2#两套电流闭环传动系统,2#整流柜在电流1 000 A以下时可正常启动,当电流继续上升至1 800 A时,“快熔断”报警指示灯亮起,整流柜内1个快速熔断器熔断,电机声音异常。分析可能产生的原因,并逐一排查整流柜和主传动系统是否有故障,测试整流柜原付边波形,波形畸变判断故障为6RA70数字调速装置损坏,分配给2#整流柜六组晶闸管的脉冲参差不齐,导致晶闸管不能正常换相,直流电势和交流电源电压顺向串联形成短路,快速熔断器熔断。

**关键词:**快速熔断器;整流柜;脉冲

**中图分类号:**TD63+3      **文献标志码:**A      **文章编号:**1672-609X(2021)04-0057-03

**Abstract:**The main shaft hoist system is powered by #1 and #2 electric current closed loop drive systems. The #2 rectifier panel could start when the electric current was under 1 000 A. However, as the current increased to 1 800 A, a “fast-acting fuse” alarm was registered, with one fast-acting fuse blown out, followed by abnormal sound of the motor. An investigation was made and the rectifier panel and the main drive system were checked. The wave forms of both primary and secondary sides of the panel were measured. Judging from the wave aberration, the 6RA70 digital speed regulating device was found to be broken, as the pulses distributed to the six sets of thyristors were uneven. Consequently the thyristors were unable to change phases normally, and the DC EMF and AC voltage were in series aiding, forming a short circuit, which blew out the fast-acting fuse.

**Key words:**fast-acting fuse; rectifier panel; pulse

## 1 前言

整流柜快速熔断器是一种过流保护元件,它主要是在电路发生短路后熔丝迅速熔断防止大电流损坏整流柜的作用。若整流柜内发生故障,造成正负母线之间弧光短路,则运行的整流柜均会向故障点注入短路电流,假如快速熔断器没有迅速熔断,则巨大的短路电流会造成整流柜爆炸。分析原因可归结为整流柜内整流元件击穿、整流元件或绝缘件受潮、绝缘件表面灰尘积聚、不停电检修或运行中测试时造成短路、触发电路工作不可靠致使整流元件失去正常导通或阻断能力形成短路等。

## 2 工程背景

### 2.1 主井提升系统概况

某矿井核定生产能力为195万t/a,设主、副井

二个井筒,一个水平生产。主井井筒直径为5 m。副井井筒直径为7 m。主井提升设备采用UP1×4×3.2/0.85缠绕式提升机一台,塔式布置,8t箕斗一对。2×800 kW直流电动机双机拖动,提升最大速度为7 m/s,是全矿井煤炭提升任务的主力军。

### 2.2 提升传动系统概况

主井提升传动部分采用1#、2#两套电流闭环传动系统(每套包括一台西门子6RA70数字调速装置、一台整流柜、一台整流变压器、一台直流快速断路器和一台电抗器),分别向1#、2#两台电机电枢供电,供电方式为6脉动。1#传动系统的整流变压器采用Δ/Δ绕组方式,2#传动系统的整流变压器采用Δ/Y绕组方式,因此综合到电网原边仍为12脉动的效果,能降低谐波污染<sup>[1]</sup>。1#、2#两套电枢整流装置分别采用独立的电流闭环控制,采用同一电流给定值施加于两套传动系统的电流闭环控制方式,确保了两台电机参数相同的情况下,出力也一致。

[作者简介] 孙彩宏(1984-),女,2009年毕业于辽宁工程技术大学电气工程及其自动化专业,现任晓明矿运转队技术员。

[引用格式] 孙彩宏,朱家斌,魏云鹏,等. 主井提升系统整流柜快熔断故障分析与处理[J]. 中国矿山工程,2021,50(4):57-59.

### 1) 整流柜装置概况

1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>整流柜选用3 000 A 风冷可控硅元件,组成全控三相桥,同时配备与2<sup>#</sup>整流柜相同功能的3<sup>#</sup>整流柜做为备用装置,保证任1套电枢整流装置能同时拖动两台电机。当其中1套电枢整流装置出现故障时由另外1套电枢整流装置给两台电机供电将箕斗提到卸载位置。每台整流柜中的可控硅均设有快速熔断器进行保护,并在快速熔断器熔断后发生相应的报警信息。同时还具有接地和短路保护功能。

### 2) 调节柜装置概况

调节柜内主要器件包括调节器(西门子6RA70数字调速装置)、中间继电器、开关电源、断路器和接触器等。

## 3 整流柜快速熔断器故障

### 3.1 整流柜快速熔断器故障现象

主井提升系统2<sup>#</sup>整流柜在电流为1 000 A 以下时可正常启动,当电流继续上升时,“快熔断”报警指示灯亮起,整流柜内1个快速熔断器熔断,电机声音异常。

### 3.2 整流快速熔断器熔断可能因素

本着从整流柜本体到主传动系统查找故障点的原则,初步分析有可能为以下几点:

(1)2<sup>#</sup>整流柜中主要元件(如可控硅、快速熔断器)老化,因为主传动系统运行已使用近13年。可控硅或快速熔断器等器件的运行特性发生变化,形成短路导致快速熔断器熔断。例如可控硅应在阻断期间失去阻断能力,或应在导通期间失去导通能力<sup>[2]</sup>。

(2)可控硅整流柜冷却不正常,也会导致快速熔断器熔断。

(3)电抗器故障,出现负载电流断续的工作情况。

(4)脉冲信号受到干扰也会造成可控硅导通异常。例如干扰信号加载到正常脉冲信号上就会引起整流桥短路。

(5)数字调速装置6RA70受到大电流冲击后损坏,触发电路分配给晶闸管的脉冲波形参差不齐,脉冲丢失或脉冲延时等,造成晶闸管换相失败,从而使直流电动势和交流电源电压顺向串联形成短路。

## 4 故障分析及处理

### 4.1 故障分析

#### 1) 整流柜的检查

考虑可控硅绝缘件表面灰尘积聚,引起绝缘破坏,或者可控硅老化,对可控硅抽屉内的设备进行重点检查测试<sup>[3]</sup>。

(1)不送电的情况下,测量每个抽屉中可控硅的电阻值,标准值为8~28 Ω。经测试其中1台可控硅的电阻值为30 Ω,将其更换,对换下的可控硅进行导通性测试,确认可控硅性能无异常。

(2)更换熔断的快速熔断器,更换后的快速熔断器满足要求。

(3)更换电流互感器,对换下的电流互感器进行测试,确认电流互感器性能无异常。

(4)排查每个晶闸管抽屉上航空插头的接触情况,经检查每个航空插头接线牢固无松动确保输入电压正常。

(5)逐一更换晶闸管保护器,对换下的晶闸管保护器进行测试,确认晶闸管保护器性能无异常。

(6)冷却风机检查无异常。

(7)电抗器检查无异常。

#### 2) 主传动系统检查

脉冲信号受到干扰也会造成可控硅导通异常<sup>[4-5]</sup>。对2<sup>#</sup>整流柜的直流输出和交流输入电缆线和柜体本身进行绝缘阻值测试,经测试阻值均为∞,无干扰信号。并将3号整流柜的直流输出电缆接入2<sup>#</sup>整流柜的C、D母排,排除电缆问题,经排查电缆无异常。

#### 3) 可控硅触发波形检查

对整流柜脉冲原边和付边波形进行测量,当检查6RA70数字调速装置输出脉冲波形时发现波形参差不齐。绞车正常提升时的脉冲波形如图1所示,有故障时的脉冲波形如图2所示。

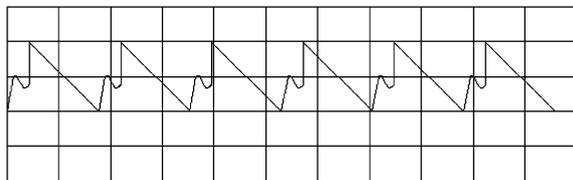


图1 正常脉冲波形

从波形上可以看出,正常时分配的6个脉冲波形长短一致,而故障时分配的6个脉冲波形中有1

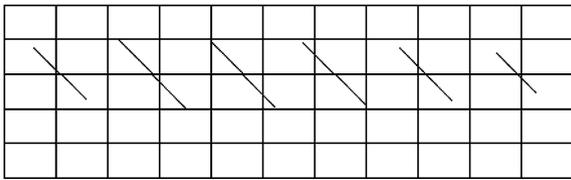


图2 故障脉冲波形

个最短波、2个较短波、2个较长波和1个最长波,说明触发电路分配给晶闸管的脉冲不可靠,造成脉冲延时使晶闸管不能正常换相,这也是导致整流桥短路后快速熔断器熔断的原因。

#### 4.2 故障处理

通过故障分析,主井提升系统整流柜快速熔断器熔断的主要原因是由于6RA70数字调速装置损坏,不能适时、准确地给各晶闸管分配脉冲,致使晶闸管不能正常换相,使交流电源电压和直流电动势顺向串联,形成短路,快速熔断器熔断,于是更换6RA70数字调速装置。更换后异常波形恢复正常,经过反复试运转,整流柜快速熔断器未发生熔断现象。可见此类问题的分析方法可通过波形、触发脉

冲分析触发导通角、波形畸变判断故障原因。

## 5 结论

主井提升电控系统在日常的运行维护中要定期使用示波器测试整流柜的输出波形,日常巡检中加强整流元件和绝缘件的阻值测试,定期清扫绝缘件表面灰尘,如果发现异常,及时排查隐患,将故障消灭在萌芽状态,减少提升系统停运的影响。

#### [参考文献]

- [1] 黄俊,王兆安. 电力电子变流技术[M]. 北京:机械工业出版社,1994.
- [2] 黄俊. 电力电子自关断器件及电路[M]. 北京:机械工业出版社,1991.
- [3] 邵丙衡. 电力电子技术[M]. 北京:中国铁道出版社,1997.
- [4] 陈治明. 电力电子器件基础[M]. 北京:机械工业出版社,1992.
- [5] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 北京:机械工业出版社,1992.

(上接第40页)

空巷前后,分别采用木垛、锚杆和充填支护下,巷道应力、位移及塑性区分布情况。根据模拟结果可知,空巷采用充填支护后,应力显现不明显,未出现塑性破坏,围岩变形量相对于另外2种支护方式有明显减小。因此,5102空巷采用充填支护后围岩稳定性好,支护效果最优。

(2)采用高水材料沿着5102空巷由西向东依次进行施工,间距为30~50m。充填支护完成后,通过监测8102-3工作面液压支架支护阻力验证支护效果。根据监测结果可知,工作面贯通空巷前后,最大支护阻力为21MPa,属于可控范围内。因此,空巷采用充填支护后能够保证工作面安全回采。

#### [参考文献]

- [1] 郭喜斌. 综采工作面过空巷围岩变形与控制技术研究[J]. 能源技术与管理,2021,46(1):83-85.
- [2] 张国恩,解振华,史洪恺. 过空巷群支护技术与矿压显现规律特征分析[J]. 煤矿安全,2020,51(11):248-252.
- [3] 贾晋雷. 回采工作面过空巷施工技术探讨[J]. 能源与节能,2020(6):100-101.
- [4] 张耀辉,李西凡,熊祖强,等. 厚煤层综采工作面空巷综合治理技术[J]. 中国安全科学学报,2020,30(6):71-77.
- [5] 付鑫. 榆树坡矿综采面过空巷围岩控制研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2019.